前川文夫*：再び生物における細胞生活相について

Fumio MAEKAWA*: Life phase concept in cell stage, as a taxonomical category.

私は1947年に本誌上(3)で，植物の分類に細胞段階の形質が重視される事を述べ，その中でも特に生理的な意味で細胞界面に關係した形質を採上げて生活相と呼び，それに三つの基本型を認めた，一方生命起原の問題に新らしい推定を試み，それと生活相基本型との關連に觸れた。次年(5)に植物學雜誌に，動物界に於ける一基本相と合せて四個の基本相の相互關係を生活史上は等價値であると見て，正四面體の四隅角上に夫々を位置させる圖式を用いて說明をした。(6)に於ても亦それに敷衍した。この整理樣式は私の敎室での講義にも述べたが，其後考察及び圖示の方法に不備を見出し，1950にはそれを修正且つ追補したが印刷されていない。又別に形質に於ける多面性と傾向性の區別を明らかにし(4,6,7,8)，細胞段階でしかも多面性の形質こそ生物の分類に最も基本的な形質であつて，これに依つて分類された群は今日の處，先ず系統を異にすると思われ，これを門に當つべきであることも述べた。

そこで細胞の生活相に対する上述の重要な修正を述べ，それと多面性の形質に対する最近の知見との關連から導かれたところ私の植物群に対する見解を述べて置きたい。卒直な意見を提供して示唆を與えて吳れた鈴木彌彦・堀內和子の兩君に感謝する。又圖書の供覽に便宜を與えられた小林義雄博士の好意に御禮を申上げる。

○細胞生活相の基本型に二段階の區別あること

前報で單細胞狀態として生活相を採上げながら，多細胞段階にのみ発達したと見るべき生活相を混じて區別せずに論じた。これは混雜で有つたので，今整理し直して次の樣に2つの段階に分かつて扱うべきであると考える。

單細胞段階としての生活相の四基本型

1)	Viroid phase	ビールス相	略號	(V)
2)	Amoeboid phase	アメーバ相	〃	(A)
3)	Monadoid phase	鞭毛相	〃	(M)
4)	Cystoid phase	包膜相	〃	(C)

單細胞の植物及び動物（實はこれを植物と動物とに見ること自體が誤りであつて，寧ろ原生生物(protista)と呼ぶ方がまだましである。但し原生なる語そのものをその有り來たりの意味にとつて直ちに原始的(primitive)或は原初的(ancestral)とみる事は嚴重に避けねばならない）の生活本體とその生殖細胞及び多細胞生物の體から遊離する生殖細胞に見られる。また屢々多細胞體中にも見出されるが，この場合は體の主要部分を占めては居ない。

---

* 東京大學理學部植物學敎室. Botanical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo, Japan.

ビールス相は virus, bacteriophage 等に見られる相である。是等のものを純粹な生物と見ることには異論もあるが，少くとも生命現象を呈する點では生物的であり，生物の起原及び発達の道程を考えれば，現在の virus 類そのものが原始以來の形態の持續であるとはいい切れない迄も，多分に原始形態を保つていることも否定できぬ。例えば增殖はすべて既成の蛋白質の中であることを必要とする點，甚だ微細で蛋白質の数個分子にしか當らぬ位のものもある點，その表現し得る形質が簡單且つ少数であつて，普通我々の対象とする形質の域に入り得るものが少ない點——いい換えれば分化の度が甚だしく低い點等である。第一の特徴については，疑問を持たれる方もあろうと思うが，私は (3) にも述べた樣に，次の見解からこれを重要な特徴とみる。

即ちすべてが生命ともいいうる活性狀態にある時，同一內容を炭素と窒素の化合物の集合の中で，或分子は他の分子を自己の周邊に環境という關係に於て持つことに依つて，原始生物と呼びうる事になつたと同時に，他の分子は生物たり得ずに終つたのであり，前者はそれらの周圍の化合物の存在故に生命現象が持續できたのである。然し其の後急速にこうした化合物は減少し，原始生物はその生存をおびやかされるに到つた。その時にその一部は，既に生物として成立している生物の他個體內に入ることに依つてのみ以前に持つていた生物とその有機環境との關連を持續することが即ち生きることが出來たのであり，又そうした環境に於てのみはじめて生長及び增殖という最も生物的な生活機能が營まれたのである。今日に於ては有機物は細菌に絕えず消費されてしまうから上述の狀態は virus と寄主の原形質との關連にのみ認められるのであつて，それを殊に重要な特徴と見做すのである。

この相は生きている原形質の微細な小塊であるが內部的な分化は殆んどなく，界面についても三基本相に見る程の分化がない。

他の三基本相はこの段階から細胞器官的分化に依つて導かれたものと見られる。即ちアメーバ相 (A) は流動性に富んだ原形質膜の獲得に依り，鞭毛相 (M) は原形質の一部を鞭毛にする事に依り，又包膜相 (C) は細胞界面に保護する爲の後生質として細胞膜を分泌することにより，夫々形態進化の結果として到達する。そしてこの相互關係は，より簡單な V を中心として，後三者を或る圓周上に置くことにより，更に相互がその間に生理的に距離を等しくすることから正三角形の頂點を與えることによつて表示することが出來る。即ち第一圖の中央の三角形となる。

この三者相互の間には次の中間相がある (5, 7)，即ち，

Amoebo-monadoid interphase	鞭毛アメーバ中間相	略號	(AM)
Amoebo-cystoid interphase	包膜アメーバ中間相	〃	(AC)
Chlamydomonadoid interphase	包膜鞭毛中間相	〃	(Ch)

三者中では Ch が最も著るしい，更にこれ等の中間相と基本相との間にも更に若干の中間相を見出すことができる。これは恐らく二次的な中間相というよりも中間相及び基

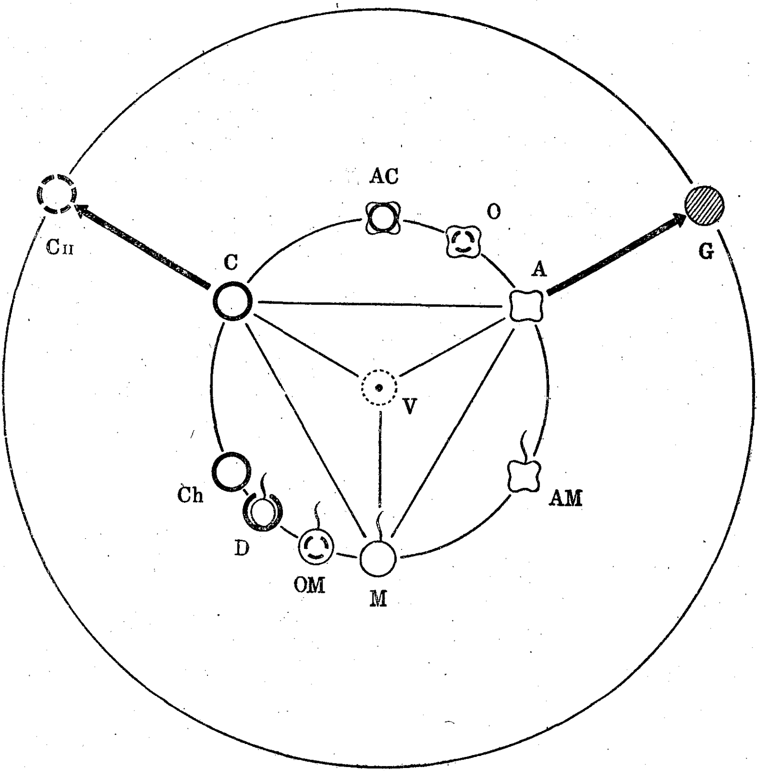

Fig. 1. 細胞の生活相の相互關係を示す模式圖. 中央がビールス段階, 内側の環が單細胞段階, 外側の環が多細胞段階, 各生活相の符号は本文中に説明あり, 黑の太い矢線は左は植物の, 右は動物の進化の方向を示す. (作圖の誤りで Ch に尾が書いてない).

Diagram showing the relations between life phases of cells in organism. Symbols are given in text. The center is viroid phase, inner circle means unicellular stage, while the outer, multicellular one. Black arrow from C to C_{II} and A to G show the evolutionary tendencies in plant and animal, respectively.

本相を通じての一環した生活相の諸相間の遷移型と見做すべきであろう (第一圖内方の圓環)。従つて嚴密に云えば，あらゆる段階がある筈であり，それを一々規定することは煩に過ぎるだけであるが，著るしいもの三つだけは區別して置いてよいと思う。即ち

Osteoid interphase

有骨中間相 略號 (O) A と AC との間

Osteo-monadoid interphase

有骨鞭毛中間相 〃 (OM) M と Ch との間

Dinobryoid interphase
ロリカ鞭毛中間相　略号　(D)　M と Ch との間で Ch により近い

O には太陽虫，有孔虫等の內部骨骼的な分泌物を中にして外方に虛足を出しているものが入る。AC では原形質が分泌物內に入つているのに対して，これは逆の位置關係を採る。多細胞體では海綿動物の體細胞で骨骼を含むものはこれに當るであろう。

OM には黄色鞭毛藻類中の *Mallomonas* や *Coccolith* や硅鞭藻類の樣に細胞體內に粒として散在乃至は骨組となつた分泌物を備えるものを含む。丁度 A と AC 間で占める O と等しい位置を M と Ch との間で占めている。

D は所謂ロリカ (lorica) 即ち一方に開口した，いわば不完全な細胞膜ともいい得るものを分泌したものであつて，同じく黄色鞭毛藻類の *Chrysococcus* や *Dinobryon* はこれである。藍藻類の *Chamaesiphon* などは鞭毛がないから，D とはいえないが，それに相當した AC と O との間に丁度入るものであるが一々區別をしなかつた。

多細胞段階の生活相の二基本型

1) Secondary cystoid phase　二次包膜相　略號　(CII)
2) Gymnoid phase　裸出相　〃　(G)

生物に於ては進化の傾向として多細胞の體制を採ることはその主流であると見てよい。そしてこの際に重要な二つの異なる多細胞化樣式がとられている。

一つは積み重ね式 (piling pattern) ともいうべきもので，細胞は順次形成の時間の序列に排列している。これは植物に見られるものであつて，細胞膜の存在があつてはじめて可能な體制である。即ち膜に依る相互の位置の關係の保持，膜に依る個々の細胞の形態の保持，膜に依る相互の物質代謝關係の成立，更に夫等の綜合結果としての膜に依る各細胞の個の維持と集團としてのより大なる個の維持という二重性の獲得である。これに依つてはじめて多細胞體は單細胞段階では到達できなかつた組織分化への素地が出來たのであるが，その素地がもたらされる爲には，各細胞を完全に相互に遮斷していた細胞膜の變質が生じなければ不可能であつて，細胞膜が持つ，原形質を環境から隔離するに適した構造と成分とは變化喪失し，逆に分裂に際して原形質連絡の形態を殘す樣に有孔性となり，しかも體形を保つに適した性質も殘るという進化が行われたことに基ずくものであろう。それで**二次包膜相**と呼んだのであるが，これが植物での主流である。圖示するとすれば，最外の環上に，しかも V と C とを結ぶ線の延長との交點に位置を與えるとよい。

單なる二次包膜相の細胞の集團は所謂葉狀體 (thallus) であるが，內部に異質細胞 (idioblast) の群を分化するに到つて，更に管束段階 (tracheal stage) への展開が見られるのである。

一方動物の體制はその主流をなす後生動物について見れば常に囊胚 (gastrula) を作

る形式であつて，分化の第一歩である內胚葉及び中胚葉は外胚葉に依つて締めくくられて形を保つ形式になる。いわば**はめ込み式 (filling pattern)** といい得よう。外胚葉の一部で境された內部は，體液を以て滿たした一つの液體環境でありしかも自らが設定した環境である。その中に A 相に近いが原形質膜のしつかりした細胞が浮んでいる。實際に中胚葉の形成初期には，テロブラスト細胞の如く自由にこの環境內に A 相の行動を示すのであるが，組織及び器官として完成されれば，A 相ではなくなる。それでこれを G 相と呼んだのであるが，これは動物の主體をなす生活相として，丁度植物に於ける二次包膜相と対比し得るものであり，V を A に結ぶ線の延長と外側の圓環との交點に位置を與えてよいであろう。こうしてヴィルス段階，單細胞段階及び多細胞段階という風に生物の進化方向に一致した位置を圖示することが出來た。

注意を要することは VM を結ぶ線上には多細胞體がないことである。これは鞭毛は必らず細胞外の環境中にあることを必要とするに拘らず，多細胞體に於ては細胞同志が他の細胞の環境となる爲に鞭毛を容れる余地がないことから，M の多細胞體は結局成立し得ないことに基ずくのである。

○原始相 (P) の位置

以上述べた處は現在の生物について試みたものである。いわば現在という或る特定の時間で斷ち切られた各系統の斷面に現れた生活相の相互の關係に過ぎない。しかし，ここに到達する迄に進化史的の時間が關與して居つた筈である。それを模式的に示したの

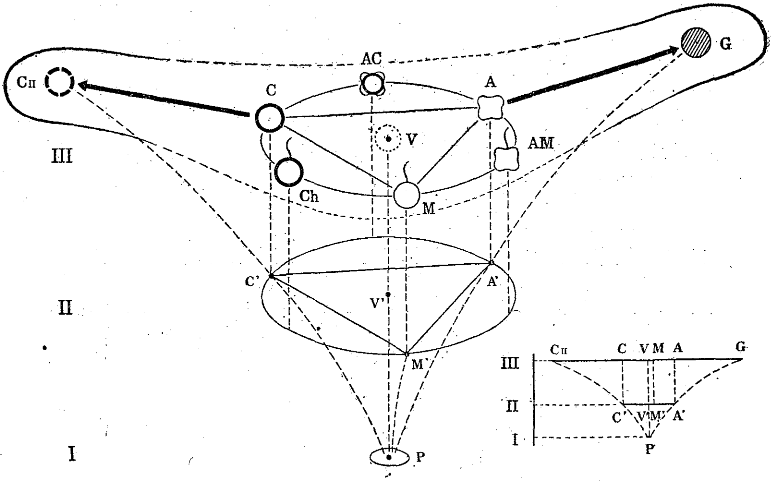

Fig. 2. 第一圖を III (現在) に置き，これを直角に時間の軸をとつて進化史的に表わした關係圖．斜め上から見たところ． II は單細胞時代． I は生物始原の時代．右の小圖は横から見た圖．

Steleometric enlargement of fig. 1, obliquely bird's eye viewed, taking the time factor in a longitudinal axis. I is the era of origin of organism, II, unicellular era and III, the present time.

が第二圖であるが，縱軸に時間を採り，横に生活相の分化を面として配置した。見易くする爲に斜めに見下ろす形を採つてある。最上段 (III) が現在であるが，地史上の或時代 (II)——それは殆んど化石も知られていない寒武利亜紀より古い時代——には AMC を連ねた環を下方へ投影した A′M′C′ なる環上の生活相 (多分現在の AMC と夫々重要な形質に於ては等しかつたと思われる) があつたであろう。實際には單細胞生物の化石はできることも発見することも困難だから殆んど知られていない。多くの発見されている化石はこの II と III との間に適宜に位置を占めることになる。

更に溯つて恐らくは生物始原の時代 (I) には V 及 V′ の下方への投影 P が唯一の生活相であつたと思われる。これこそ**原始相** (**Primordial phase** 略號 (P)) と呼ぶべきものである。こうして進化の跡と現在との關連を表示し得たのである。猶前報 (3, 5, 6) では V を P と呼んだが今上の如くに改めて置く。

かくて多くの植物は主に CII で，動物は G で，體を作りながら，時折 A, M, C 等の單細胞 (生殖細胞) を切り出すことに依つて曾つての歴史の反映を試みるのであつて，その際に III 面上に描かれた細胞の軌跡が即ち生活環となるのである。

○單細胞生活相中に現われる多面性の形質とその分類への利用

さてこの生活相が分類上どう用いられるかが次の問題である。第二圖內方の環上の諸相に伴う形質は單細胞段階の形質であるから，外側の環狀の諸形質よりもより原始的な形質をその中に含む筈であつて，諸形質を解析してそれを掘り出すことが必要である。しかも古い形質であつても傾向性の形質 (4, 6, 7, 8) は量的の變化を示すものであるから同一系列中の比較的簡單な進化の系列を示すに過ぎないであろう。ここに論じた生活相の生活環中に占める相互の時間的或は量的対比の如きものも亦この範疇に属する。しかしこれに対して多面性の形質は相互に置換しえない質的の差異を持つ形質であるから，これこそ先ず第一に用いられてよいと考える。今こうした意味で植物の大群を分かつに足る第一義的に重要な，細胞段階でしかも多面性の形質を擧げれば，**核物質の集合狀態**，**細胞膜の構成成分**，**鞭毛の構造**，**炭素同化に關與する色素の構造**，**同化生成物の構造**等である。此等を用いて現在得られる植物の各門は下表の如くになる。

生物の分類表 (Systematic table of phyla in organism) 門のみ示す

Numerical symbols	Name of phyla	Principal life phases	Japanese name
0	Virophyta	V	ビールス生物
1	Schizomycophyta	C, CII	細菌植物
2	Cyanophyta	C, CII	藍藻植物
3	Myxomycophyta	A, M, C	變形菌植物
4	Dicontomycophyta	M, C, CII	二毛菌植物
5	Eumycophyta	M, C, CII	眞菌植物

6	Rhodophyta	A, CII	紅藻植物
7	Chlorophyta	M, C, Ch, CII	綠色植物
8	Vaucheriophyta	M, CII	ボーケリア植物
9	Phaeophyta	M, C, Ch, CII	褐色植物
10	Chrysophyta	M, AC, C, CII	黃色植物
11	Euglenophyta	M, C	ユーグレナ植物
12	Metazoa	M, A, G	後生動物
5+2, 5+7	Lichenophyta	C, CII	地衣植物

いわゆる原生動物は曾つての鞭毛藻類が異質であつた樣に，それ等を除いて猶お異質であつて今は觸れることが出來ないが，後生動物は種類數は多いが系統的には一門であるに過ぎず，植物の方が複雜多岐である。これ等に就いては，いずれ稿を改めて論じたいが，ここでは細胞生活相と關連して全生物の系統分類の大筋だけを列擧して置く。これとほゞ同じ植物分類系を類縁圖として表示したものは本年一月出版された中山書店の生物學大系第三巻に植物の分類なる綜論を試みた中に出してあるから御參照ありたい。

The present paper is devoted to the further developments in the life phase concept of organism and outlines the concept by the more adequate diagrams.

The fundamental types of life phase may be classified in two groups, unicellular and multicellular respectively.

The former group contains Amoeboid (A), Monadoid (M), Cystoid (C) and Viroid (V), with several intermediate interphases, Osteoid (O), Amoebo-cystoid (AC), Amoebo-monadoid (AM), Osteo-monadoid (OM), Dinobryoid (D) and Chlamydomonadoid (Ch). While, in multicellular group, two principal types may be given as the secondary cystoid (CII) for plant kingdom and Gymnoid (G) for animals respectively. The principal organization, almost all of plants have been reached is the piling pattern by CII, while that of animals may be said as being the filling pattern by G.

These types of life phase all concern to the present stage but, if we consider them concerned with the time factor of the past, they should be detected as the similar ones shown, with dashes, in the steleometric diagram (fig. 2).

As the fundamental characters which can be used in the phylogenetic systematics of organism, it seems natural to use those of manysidedness in cell stage, but none of tendencies nor of multicellular stage. Then we may enumerate, as the characters of this category, the following ones: the status of chromatin granules, materials of cell membranes, structure of flagella or flagella, pigment

constituents and reserve stoffs built up in carbon assimilations. Consulting with these essential characters of manysidedness in cell stage, the arrangement of phyla in a phylogenetic system of organism is given in the table.

References

1) Bessey, E. A.: Morphology and taxongmy of fungi. Philadelphia. The Blakiston Co. (1950)

2) Koch, W. J.: A study of the motile cells of *Vaucheria*. Journ. Elisha Mitcell. Univ. **67:** 123–131 (1951)

3) Maekawa, F.: Three fundamental types of life phase in plant cells,-their evolution and developments. (in Japanese) Journ. Jap. Bot. **21**: 7–13 (1947)

4) ———— : So called Phycomycetes as an unnatural group. (in Japanese with English résumé) Journ. Jap. Bot. **21**: 115–122 (1947)

5) ———— : Fundamental life phases in plant cells (in Japanese with English résumé) Bot. Mag. Tokyo **61**: 78–81 (1948)

6) ———— : Fundamental problems in taxonomy (in Japanese). 「Atarasii Seibutu no Tisiki: 35–95」 Tokyo. Dainihon Tosho Book Co. (1949)

7) ———— : Topo-morphological investigations on the relation between stem and leaves and their bearing on the phylogenetic systematics of vascular plants. Journ. Fac. Sci. Univ. of Tokyo, sect. III, **6** (1): 1–28 (1952)

8) ———— : Plant systematics (in Japanese) Seibutugaku-Taikei, **3:** 1–7 Tokyo. The Nakayama Book Co. (1953)

9) Pascher, A.: Systematische Übersicht über die mit Flagellaten in Zusammenhang stehenden Algenreihen und Versuch einer Einreihung dieser Algenstämme in die Stämme des Pflanzenreiches. Beih. Bot. Centralbl. Abt. 2 **48:** 317–332 (1931)

○新歸化植物ハナハコベ (淺井康宏) Yasuhiro Asai: A new naturalized weed *Lepyrodictis holosteoides*.

筆者は本年 (1952) 5 月に相模江の島に近い神奈川縣藤澤市片瀬の路傍 (砂質地) で一株の石竹科の歸化植物を得た。本種の侵入したことを記錄し，合せて同好諸兄の御參考に供することにした。本種は一見して山地樹陰に産すをオホヤマハコベ (*Stellaria paniculigera* Mak.) に似た感じのものであり，稍々蔓性狀を成し匍匐し *Stellaria* 類の如く軟弱で 1 m 内外に伸長繁茂する。莖は淡綠色で葉は対生し卵狀披針形で下部に於いては長披針形であり，先端は銳尖頭を成している。花は白色 5 瓣で先端は稍々凹狀